COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PROBABILITÉS. — *Application d'un théorème nouveau du Calcul des probabilités;* par M. **Bienaymé.**

« Il a paru dans le *Compte rendu* de l'avant-dernière séance (23 août 1875, n° 8, t. LXXXI, p. 351-353 et 377-379) plusieurs séries numériques d'observations qui m'ont semblé bien propres à montrer l'application d'un théorème nouveau du Calcul des probabilités dont j'ai donné récemment l'énoncé à la Société Mathématique (*Bulletin* de cette Société, n° 5, t. II, p. 153, séance du 3 juin 1874). Il y a environ quinze ou vingt ans, une circonstance particulière m'obligea d'envoyer par la poste ma formule, qui me semblait de nature à terminer une discussion scientifique; et, à cette époque, je la communiquai à plusieurs personnes qui peuvent se le rappeler. Voici en quoi consiste ce singulier théorème : Si des observations quelconques sont rangées dans l'ordre où elles se sont présentées, et non classées arbitrairement, le nombre des maxima et des minima, ou des

séquences (1), qu'on y comptera sera compris entre les limites

$$\frac{2n-1}{3} - t\sqrt{\frac{16n-29}{45}}$$

et

$$\frac{2n-1}{3} + t\sqrt{\frac{16n-29}{45}},$$

avec la probabilité approximative bien connue

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^t e^{-x^2}\,dx,$$

n étant le nombre des observations et assez grand pour permettre de ne pas tenir compte de l'ordre de $\frac{1}{n}$ dans une approximation de ce genre. Il faut remarquer que cette formule ne s'applique en toute rigueur qu'à des observations dont la probabilité, quelconque d'ailleurs, est infiniment petite pour chacune, ou à des observations dont la probabilité est finie, mais qui ne peuvent se répéter. Lorsque des répétitions sont possibles, la valeur moyenne des nombres des maxima et des minima, ou des séquences, est modifiée. Par exemple, pour la répétition possible extrême, dans le cas qui ne laisse à l'observation que deux valeurs, le nombre moyen des maxima et minima, ou des séquences ascendantes et descendantes, n'est plus $\frac{2n-1}{3}$, mais seulement $\frac{n+1}{2}$; de sorte que, quelles que soient les répétitions, on peut dire que cette moyenne est comprise entre la moitié et les deux tiers du nombre des observations. Comme la différence de ces deux valeurs n'est que de $\frac{1}{6}$, on voit qu'il y a lieu de faire attention à des écarts qui, dans d'autres questions, pourraient être regardés comme insignifiants.

» Au surplus, il ne s'agit ici que du théorème relatif à la valeur $\frac{2n-1}{3}$: c'est le cas qui se présente à tout instant dans les observations de tout genre, dans les tirages de lots de toute espèce, etc. Les cas de répé-

(1) Si l'on se représente les observations comme les ordonnées d'un polygone, le nom de *séquence* s'applique à la suite de côtés contigus de ce polygone, qui sont ascendants ou descendants entre un maximum et l'un des minima adjacents. Ainsi il y aura des séquences d'un seul côté, de deux, de trois; il ne peut en exister une de plus de $n-1$ côtés. Exactement on peut compter le point d'origine comme maximum ou minimum et, par suite, une séquence de moins.

titions sont beaucoup moins fréquents, et d'ailleurs il en est souvent qui se rangent dans les limites ci-dessus.

» Je passe aux épreuves que fournit le *Compte rendu* du 23 août. D'abord on trouvera dans la Note de M. Chapelas *sur les étoiles filantes du* 10 *août*, pour les ascensions droites du commencement de la trajectoire de 225 de ces étoiles filantes :

P. 377, 1[re] colonne,	7	maxima ou minima	sur	13	observations.
» 2[e]	»	11	»	13	»
P. 378, 1[re]	»	43	»	64	»
» 2[e]	»	39	»	65	»
P. 379, 1[re]	»	22	»	35	»
» 2[e]	»	24	»	35	»
Totaux....		146	maxima sur	225	observations.

» La moyenne indiquée par la formule ci-dessus serait

$$\frac{2 \times 225 - 1}{3} = 149 + \frac{2}{3}.$$

L'écart des observations n'est donc que de $3 + \frac{2}{3}$, nombre qui n'exige même pas qu'on fasse $t = 1$ dans les limites $\pm t\sqrt{\frac{16n - 29}{45}}$, ce qui les réduit à 8,9, et ce qui n'élève pas la probabilité à 0,8427, soit un peu plus de 5 contre 1 (16 contre 3).

» Si maintenant on prend au même endroit les déclinaisons du commencement de la trajectoire des mêmes étoiles, on trouvera :

P. 377, 1[re] colonne,		9	maxima sur	13	observations.
» 2[e]	»	9	»	13	»
P. 378, 1[re]	»	50	»	64	»
» 2[e]	»	39	»	65	»
P. 379, 1[re]	»	24	»	35	»
» 2[e]	»	23	»	35	»
Totaux.....		154	maxima sur	225	observations.

» La moyenne théorique est de $149\frac{2}{3}$, l'écart n'est donc que de $4\frac{1}{3}$, et, par conséquent, il est compris dans les limites précédemment calculées.

» La probabilité que ces deux valeurs se renfermeraient dans les mêmes limites ci-dessus n'était *a priori* que le carré de la précédente, soit 0,71 ou seulement $3\frac{1}{2}$ contre 1.

» On reconnaîtra de même pour les ascensions droites de la fin de la trajectoire :

P. 377, 1re colonne,	4	maxima sur	13	observations.		
» 2^e	»	4	»	8	»	
P. 378, 1re	»	41	»	60	»	
» 2^e	»	39	»	64	»	
P. 379, 1re	»	23	»	35	»	
» 2^e	»	24	»	35	»	
Totaux.....		135	maxima sur	215	observations.	

Ici la moyenne théorique n'est plus que de $\frac{2 \times 215 - 1}{3} = 143$. L'écart s'élève donc à 8. Mais les limites ne sont plus, pour la même probabilité, que de $\sqrt{\frac{16 \times 215 - 29}{45}} = 8,7$, et cependant cet écart s'y trouve encore renfermé. Ce fait mérite d'être observé, car d'assez fréquentes répétitions existent dans les séries d'étoiles filantes, de toute nécessité.

» Prenant enfin les déclinaisons de la fin des trajectoires, on constatera :

P. 377, 1re colonne,	9	maxima sur	13	observations.	
» 2^e	»	6	»	8	»
P. 378, 1re	»	42	»	60	»
» 2^e	»	39	»	64	»
P. 379, 1re	»	22	»	35	»
» 2^e	»	23	»	35	»
Totaux.....		141	maxima sur	215	observations.

L'écart est de 2 seulement, et il est largement compris dans les limites calculées.

» *A priori*, si ces quatre moyennes étaient complétement indépendantes, il n'y aurait pas eu plus de 1 contre 1 à parier qu'elles seraient toutes renfermées dans les mêmes limites, que déterminait $t = 1$, avec la probabilité 0,8427.

» A la page 353 du même numéro des *Comptes rendus*, M. Le Verrier fait connaître 28 observations d'une tout autre importance que les précédentes. Il s'agit de la différence entre les observations faites à Greenwich et à Paris sur la longitude héliocentrique de Saturne. Ici, malgré le petit nombre des observations, la moyenne théorique $\frac{2 \times 28 - 1}{3} = 18 + \frac{1}{3}$ coïncide presque exactement avec le nombre des maxima et minima observés, qui est de 18. Les petites divergences d'un observatoire à l'autre ne donnent donc lieu à aucune remarque particulière. Et, en effet, le théorème s'appli-

quant à toute espèce de collection de grandeurs fortuites, il n'y a rien à conclure de ce qu'une série y satisfait, comme le font les deux exemples précédents. Mais il n'en est plus de même quand on relève dans la même Communication, pages 351-352, les 22 observations modernes de la longitude héliocentrique de Saturne faites à Greenwich et à Paris. Il ne se trouve que 9 maxima ou minima : c'est moins de moitié. Il en est de même pour les 16 observations anciennes, qui n'offrent que 8 maxima. Malgré la petitesse relative des nombres 22 et 16, il semblerait qu'une cause quelconque ait pu seule affaiblir systématiquement le nombre des maxima ou minima observés. Peut-être cette cause mériterait-elle d'être recherchée. C'est aux astronomes à en juger. Dans cette Note, il ne peut être question que de probabilités; mais les observations astronomiques n'échappent pas plus que les autres à l'examen de la théorie des probabilités, malgré l'extrême précision à laquelle elles sont parvenues entre les mains d'observateurs si habiles et de géomètres des plus renommés.

» La différence des valeurs employées dans deux calculs de la longitude héliocentrique de Saturne, pour la masse de Jupiter, ne produit, comme on peut le voir, aucun effet sensible sur les 28 observations. Elle paraît effectivement bien petite pour cette masse assez mal connue, malgré le nombre élevé qui représente cette grosse planète. J'ai déjà eu occasion (*Mémoire sur les erreurs d'après la méthode des moindres carrés*, présenté le 27 octobre 1851 à l'Académie, et publié dans le *Journal* de notre illustre confrère, M. Liouville, en 1852, puis plus tard dans le XVe volume du *Recueil des Savants étrangers*), j'ai déjà eu occasion de signaler combien la complication des équations peu nombreuses dont on avait déduit cette masse rendait petite la probabilité qu'on avait cru pouvoir y attacher. Il y aurait peut-être lieu de rechercher si les combinaisons dont on la déduit maintenant sont assez directes et embrassent assez peu d'inconnues pour permettre de préciser une modification aussi faible que celle de $\frac{1}{1046,77}$ à $\frac{1}{1050}$.

» Quant aux 22 observations modernes et aux 16 observations anciennes de la latitude héliocentrique de Saturne, si le nombre des maxima des 22 modernes est de 13, ce qui avoisine la moyenne théorique $14 + \frac{1}{3}$, le nombre des maxima des 16 anciennes n'est que de 7. Il semblerait dès lors qu'il y aurait eu un changement notable dans l'art d'observer les déclinaisons, changement dont les ascensions droites n'auraient pu profiter; mais, encore une fois, ces derniers nombres d'observations sont si petits pour le point de vue auquel le nouveau théorème les envisage, que c'est seulement à titre d'exemples qu'il a été permis d'en faire le sujet de quelques réflexions.

» Voilà tout ce qu'il semble utile de dire sur les nombres de l'avant-dernier *Compte rendu.* J'y ajouterai brièvement quelques autres exemples qui seront peut-être un peu moins faciles à retrouver, mais que néanmoins on pourra se procurer sans grand'peine.

» Et d'abord je citerai les ascensions droites et les déclinaisons de la Comète d'Olbers, qui sont rapportées dans l'ordre chronologique par Bessel (*Untersuchungen über die Bahn des Olbersschen Kometen. Mémoires de l'Académie de Berlin* pour 1812-1813). 183 ascensions droites exigeraient $121 + \frac{2}{3}$ séquences avec un écart de $\pm 8{,}02 \times t$. L'observation ne donne que 112 séquences. L'écart de $9\frac{2}{3}$ emporte une probabilité supérieure à 5 contre 1, mais de bien peu. Du reste, il n'est pas surprenant qu'en multipliant ces épreuves qui ne doivent tomber dans les limites calculées que 5 fois sur 6 (plus exactement 16 fois sur 19) on rencontre des cas qui en sortent plus ou moins.

» Pour les déclinaisons, quoiqu'il n'y en ait que 166, qui fournissent pour moyenne $110 + \frac{1}{3}$ avec un écart de $+ 7{,}64$, on trouvera dans le Mémoire de Bessel 106 séquences ou 106 maxima et minima. La différence de la moyenne théorique n'est donc que de $+ 4 + \frac{1}{3}$, rentrant complétement dans les limites et avec une probabilité très-faible.

» Dans une autre espèce de faits, on peut prendre dans les journaux les résultats du tirage exécuté le 20 juillet dernier pour l'emprunt de 1871 de la ville de Paris. Les 88 obligations sorties demandent une moyenne de $58 + \frac{1}{3}$: le nombre réel est de 57. On voit que l'écart est réduit à $1 + \frac{1}{3}$, malgré la petitesse du nombre des observations, qui permettrait des limites égales à $\pm 5{,}53$ avec la probabilité déjà employée de 16 contre 3.

» On peut encore prendre pour épreuve les 255 obligations sorties au tirage du 3 juillet dernier, fait sur les titres si nouveaux des *tramways* des quartiers du nord de Paris. La même probabilité entraînerait une moyenne de 143 avec un écart de 8,7. Le nombre réel des séquences s'est trouvé de 140 (*Journal financier* du 1er août).

» Pour terminer enfin, on peut encore examiner le tirage du 2 août courant des obligations des villes de Roubaix et Tourcoing, au nombre de 376 (*Globe* ou *Réforme financière* du 15 août 1875). La moyenne théorique est de

$$\frac{2 \times 376 - 1}{3} = 250 + \frac{1}{3},$$

avec un écart de $\pm 11{,}53$.

» Le nombre observé est de 245 séquences, qui n'offre qu'un écart de $5 + \frac{1}{3}$ et n'exigerait pas une probabilité de 1 contre 1.

» Les exemples à citer se présentent de tous côtés et tous les jours, mais il convient de s'arrêter. »

PHYSIQUE. — *Étude des bandes froides des spectres obscurs ;* par MM. P. **Desains** et **Aymonet.**

« Lorsqu'on disperse, par un prisme de sel gemme, un mince faisceau de rayons venus d'une lampe Drummond et qu'on étudie la distribution de la chaleur dans le spectre ainsi obtenu, on n'y voit point s'accuser de bandes froides semblables à celles du spectre solaire. On y peut toutefois développer ces bandes. Il suffit pour cela de forcer les rayons à traverser, avant leur incidence sur le prisme, des absorbants convenablement choisis. L'un de nous a établi cette proposition il y a déjà plusieurs années. L'eau et les solutions salines étaient les absorbants dont il faisait le plus souvent usage.

» Nous avons repris ces études et nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre un certain nombre de nos résultats.

» Nous avons toujours pris pour source de chaleur la lampe de MM. Bourbouze et Wiesnegg. Elle est d'un usage plus commode et plus sûr que celui de la lampe Drummond.

» Dans une première série d'expériences, nous avons étudié le développement des raies dans un spectre formé à l'aide d'un prisme de sel gemme de 60 degrés. Les rayons avaient traversé un centimètre d'eau. Les lentilles de l'appareil étaient en sel gemme.

» En ces circonstances nous avons vu s'accuser nettement, dans la partie obscure du spectre, quatre bandes froides dont les distances au rouge extrême étaient

$$19',8 \qquad 30',6 \qquad 42', \qquad 52'.$$

» Ces indications numériques n'ont pas et ne peuvent pas avoir un degré de précision égal à celui qu'on obtient quand on détermine la position des raies noires du spectre lumineux ; mais, telles qu'elles sont, elles font connaître à très-peu près la position où il faut placer la pile pour trouver la bande sur laquelle on veut opérer.

» Le plus souvent, dans nos expériences, la pile était à $0^{m},30$ de l'axe du prisme, et la fente d'admission était de $\frac{1}{2}$ millimètre; vue de l'axe du prisme, elle sous-tendait un angle de $5',7$, et par conséquent toute bande froide faisait sentir son effet dans un espace angulaire égal à sa largeur angulaire propre accrue de $5',7$. Seulement le minimum d'effet thermoscopique s'observait quand le milieu de la bande répondait à peu près au mi-

lieu de l'ouverture de la pile, et nous avons toujours pris pour position de la raie celle de la pile qui correspondait au minimum étudié. Nous ajouterons que la fente d'illumination avait aussi, en général, un demi-millimètre de large.

» Postérieurement aux recherches de M. Lamanski sur les raies froides du spectre solaire obscur, l'un de nous avait cherché à déterminer la position de quelques-unes de ces raies, et, d'après ses mesures, quatre sont situées à des distances du rouge extrême sensiblement égales à

19',1 30',0 44',0 51',0.

» Ces positions sont les mêmes que celles des bandes froides développées dans le spectre de la lampe de MM. Bourbouze et Wiesnegg par une couche d'eau de 1 centimètre, interposée sur la marche des rayons. La coïncidence qui se manifeste ici semble assigner une grande part à l'eau atmosphérique dans le développement des bandes froides de la partie obscure du spectre solaire.

» Nous avons fait ensuite une autre série d'expériences dans le but d'étudier comparativement les actions exercées sur les spectres obscurs par différentes solutions formées d'un dissolvant à peu près inactif au point de vue du développement des raies et d'un corps dissous capable au contraire de déterminer leur formation. Le corps actif a été l'iode : les dissolvants inactifs ont été le chlorure de carbone, le chloroforme et le sulfure de carbone. Ces trois liquides dissolvent l'iode abondamment, et les solutions ont toutes trois le même aspect.

» En les interposant sur le trajet des rayons, à l'état de couches de 1 centimètre d'épaisseur, nous avons obtenu quelques résultats que nous allons réunir en tableau. Dans ces nouvelles expériences, le prisme et les lentilles étaient en flint.

Position des bandes froides produite par l'iode dissous dans le chlorure, le sulfure de carbone ou dans le chloroforme.

	Chlorure iodé.	Chloroforme iodé.	Sulfure iodé.
	° '	° '	° '
Position des raies.	1.28	1.30	»
	1.34	»	1.35
	1.55	1.57	1.56

» Nous ne prétendons pas que ces raies soient les seules que puissent produire les dissolutions iodées que nous avons étudiées ; nous espérons même compléter notre tableau dans une prochaine Communication ; mais les

chiffres qu'il renferme montrent déjà la conservation de l'action de l'iode dans ses trois dissolutions.

» Nous ajouterons en terminant que, dans toutes nos expériences, nous nous sommes toujours astreints à étudier l'action de l'auge pleine du dissolvant seul sur la région du spectre où la solution iodée déterminait la production d'une raie, de façon à nous assurer que l'action du dissolvant et de tout le système réfringent n'avait dans la production du phénomène étudié qu'une action nulle ou au moins petite par rapport à celle de la substance active proprement dite. »

ÉLECTRICITÉ. — *Onzième Note sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs;* par M. TH. DU MONCEL.

« Si l'on résume dans la pensée les différents effets qui ont été signalés dans mes deux dernières Notes et qu'on cherche à les rapporter aux effets d'électrification si étudiés depuis une quinzaine d'années, on ne tarde pas à se convaincre qu'ils ne sont pas aussi simples que ces derniers, et que ceux-ci eux-mêmes participent quelque peu, du moins pour certains diélectriques, aux réactions qui ont pu être observées d'une manière si nette dans les minéraux.

» La première déduction que l'on peut tirer de mes expériences est, en effet, que les minéraux, comme la plupart des corps médiocrement conducteurs susceptibles d'être impressionnés par l'humidité de l'air, *possèdent deux sortes de conductibilité, une conductibilité électrotonique*, se rapportant à la matière même dont ces corps sont composés, et *une conductibilité électrolytique,* se rapportant à la couche humide qui tapisse les parois des interstices poreux par lesquels l'humidité a pénétré. On peut, par conséquent, déjà en conclure que les effets secondaires qui sont la conséquence de ces deux genres de conductibilité devront se rencontrer simultanément dans les minéraux, et comme ceux-ci ont une *capacité électrostatique très-différente, et que leur faculté d'absorption de l'humidité de l'air est elle-même très-variable suivant leur contexture moléculaire et leur nature,* il arrive que chez quelques-uns d'entre eux, et les pierres dures sont de ce nombre, la conductibilité électrotonique domine, tandis que chez les autres c'est la conductibilité électrolytique. Il peut même arriver que certaines pierres possèdent à un égal degré ces deux sortes de conductibilité. Or il s'agit d'examiner quels sont les effets qui, au point de vue théorique, devront être produits dans ces différents cas.

» Il importe d'abord de nous expliquer sur la manière même dont se produit le phénomène de l'électrification et de reconnaître si la réaction électrostatique qui, dans la théorie de l'électrification, précède toujours la transmission à travers la matière, existe bien réellement dans les expériences dont il a été question dans mes différentes Notes.

» Quand un courant électrique traverse un conducteur très-résistant, son intensité passe comme on le sait, par une période variable plus ou moins longue suivant l'importance de la résistance de ce conducteur, période après laquelle il atteint un état à peu près permanent, si toutefois la source électrique est constante et s'il ne se produit pas de réaction secondaire. Avec les conducteurs métalliques isolés dans l'air, cette période variable est de courte durée, et ne peut même être constatée qu'avec des appareils spéciaux; mais quand il s'agit, comme dans les pierres, de résistances qui peuvent atteindre plusieurs millions de kilomètres, elle devrait nécessairement être visible, et la marche de l'aiguille du galvanomètre devrait être fort lente. Or, le plus souvent il n'en est pas ainsi.

» Au moment où l'on ferme le circuit, *la déviation atteint immédiatement un maximum, puis l'aiguille prend une position d'équilibre à une distance plus ou moins grande du point maximum, et c'est alors qu'elle commence à monter ou à descendre d'une manière successive et régulière.* Quelquefois même la première déviation subsiste seule, et l'aiguille, après avoir atteint un écart qui dépasse rarement 10 degrés, revient lentement à zéro; c'est ce qui arrive avec les pierres cristallines, l'améthyste, le spath d'Islande, le gypse, etc., et même certains jaspes. Puisque dans ces conditions la transmission électrique n'a pas suivi sa marche ordinaire, il faut bien admettre qu'elle a été précédée par une action électrique particulière donnant lieu à un mouvement électrique, et cette action ne peut être que celle d'un courant de charge résultant d'une polarisation immédiate des molécules du diélectrique en contact avec les électrodes métalliques qui relient la pierre au circuit. Cet effet électrostatique, toutefois, ne peut donner lieu à un courant de charge continu, car une fois chargées à la tension de la source, les molécules électrisées *déterminent dans le circuit métallique un état statique; mais cet état peut être troublé et donner lieu à un nouveau courant si la polarisation moléculaire, en réagissant de proche en proche par voie de décompositions et recompositions électriques successives, provoque un écoulement électrique à travers la matière.* Or c'est précisément ce qui a lieu, et c'est ce qui constitue la transmission par voie électrotonique dont j'ai parlé. D'un autre côté, si l'on admet qu'en raison de la mauvaise conductibilité de la matière les neutralisations successives

s'effectuent lentement, les molécules du diélectrique voisines de celles qui sont en contact avec les électrodes métalliques acquièrent un excédent de charge dont la tension tend sans cesse à augmenter, et qui, ne pouvant disparaître facilement, toujours en raison de la mauvaise conductibilité de la matière, crée cette polarisation électrostatique persistante dont j'ai démontré l'existence dans mes deux dernières Communications et qui donne lieu à ces courants secondaires qui sont d'une si longue durée dans le silex d'Hérouville.

» Quand une déviation fugitive se produit, comme cela a lieu dans certaines expériences dont j'ai parlé précédemment, c'est la charge électrostatique qui la détermine évidemment; mais il ne faudrait pas en conclure que le courant électrotonique n'existe pas; avec des galvanomètres à miroir, des électrodes plus développées et une source électrique plus intense, on le retrouverait indubitablement. Les Anglais, en effet, l'ont bien constaté dans le caoutchouc et la gutta-percha. Toutefois, on peut concevoir facilement que l'existence de ce courant n'est pas indispensable à la production de l'effet électrostatique qui détermine le mouvement de l'aiguille.

» D'après ce que je viens de dire, on comprend aisément que la pénétration de la polarisation électrostatique au sein de la matière diélectrique est à la fois fonction de la capacité électrostatique de celle-ci et de sa résistance. On admet généralement que l'une de ces propriétés est en raison inverse de l'autre; mais je crois que pour les minéraux cette loi n'est pas générale. Quoi qu'il en soit, comme cette polarisation est successive et persistante, elle doit réagir sur le courant transmis et déterminer des effets opposés sur le galvanomètre aux différentes phases de la transmission : 1° dans le premier moment, le courant de charge *doit persister quelques instants en s'affaiblissant*, par suite de la pénétration successive et de moins en moins énergique de l'action électrostatique; 2° le courant transmis par voie électrotonique, en passant par toutes les phases d'une période variable, toujours très-longue chez les diélectriques, doit augmenter de plus en plus à mesure que cette période variable se rapproche de la période permanente, et surtout à mesure que la polarisation moléculaire pénètre de plus en plus la matière.

» D'après cette théorie, si les minéraux n'avaient qu'une conductibilité électrotonique, l'intensité du courant transmis par eux devrait toujours augmenter après un premier abaissement : c'est ce qui arrive, comme on l'a vu, pour un grand nombre de pierres dures; mais, comme ils possèdent en

outre une conductibilité électrolytique qui résulte de l'absorption qu'ils ont faite de l'humidité de l'air, il se joint aux effets de polarisation électrostatique une polarisation électrochimique, qui exige pour se produire quelques instants et qui fournit un abaissement graduel et continu de l'intensité du courant transmis. Quand ce dernier effet est de moindre énergie que celui déterminé par l'action électrostatique, le renforcement successif du courant transmis se manifeste, et la polarisation moléculaire déterminée par la charge électrostatique donne lieu à un courant de polarisations plus ou moins énergique, plus ou moins durable, suivant la capacité électrostatique du minéral et la profondeur à laquelle a pénétré l'action polarisante, profondeur qui dépend, comme je l'ai démontré, de la conductibilité du minéral, de la durée de l'action électrique et de l'intensité du courant. Quand, au contraire, c'est la polarisation électrochimique qui domine, comme cela a lieu souvent dans les pierres tendres et poreuses, le courant transmis va toujours en diminuant, et le courant de polarisation, tout en étant généralement moins énergique que dans le cas précédent, dure en même temps moins longtemps relativement; enfin quand les deux sortes de polarisation sont à peu près d'égale énergie, comme cela a lieu dans certaines pierres dont j'ai parlé dans ma précédente Communication, le courant devient à peu près stable, après avoir subi un premier abaissement qui est du fait des deux actions, et aucun courant de polarisation ne peut être produit. En effet, les polarités négatives persistantes déterminées par l'action électrostatique sur les molécules de la pierre qui subissent l'influence de l'électrode négative se trouvent neutralisées par les polarités positives qui se trouvent provoquées sur cette électrode par la polarisation électrochimique, c'est-à-dire par le dépôt des bulles d'hydrogène à l'électrode négative, et il en est de même pour l'autre électrode. Or, c'est précisément ce qui arrive pour l'onyx rouge de Chine, le silex de pierre à fusil, la serpentine, etc., etc. Qu'on suppose maintenant telle partie de la pierre positive par rapport à telle autre, par suite de sa contexture non homogène, ou parce que cette partie absorbera moins facilement l'humidité que telle autre, et l'on comprendra immédiatement les différences accidentelles qui peuvent se produire dans les conditions de conductibilité des courants transmis, suivant qu'ils traversent la pierre dans en sens ou dans l'autre.

» Quant aux réactions produites sur les courants par la polarisation persistante des molécules du diélectrique, elles sont faciles à comprendre dans les minéraux homogènes, et l'on peut aisément s'en rendre compte

d'après le dernier tableau que j'ai donné dans ma précédente Communication. En effet, la polarisation moléculaire étant persistante, le courant de charge qui se produit à chaque fermeture du courant dans le même sens doit être de moins en moins énergique, puisque, *d'un côté, les différences des tensions entre la source électrique et les particules de la pierre qui subissent le plus directement l'effet électrostatique est de moins en moins considérable, et, d'un autre côté, que la polarisation électrochimique tend à s'opposer à cette charge*. De là l'affaiblissement successif du courant transmis à travers les pierres quand on effectue plusieurs fermetures du courant dans un même sens et même après la disparition du courant de polarisation qui en résulte. Quand, après ces fermetures successives, on vient à renverser le sens du courant, les polarités rémanentes opposent nécessairement une certaine résistance à l'action électrostatique *inverse* qui est alors produite, et doivent provoquer au début, si toutefois la polarisation électrochimique n'est pas prépondérante, un affaiblissement dans l'intensité du courant; mais cette polarité inverse allant successivement en s'amoindrissant, les effets électrostatiques nouveaux acquièrent de plus en plus une plus grande puissance et fournissent un accroissement relatif de l'intensité du courant jusqu'à ce qu'ils soient eux-mêmes amoindris par les nouvelles polarités développées; c'est ce que l'on remarque dans les chiffres qui se rapportent au silex d'Hérouville, dans le dernier tableau de ma précédente Note. Toutefois, quand la polarisation électrochimique l'emporte sur la polarisation électrostatique, le contraire doit avoir lieu, puisqu'alors le courant de polarisation qui tendrait à être créé se trouverait être dans le sens du nouveau courant transmis. On remarquera, cependant, que *cet effet ne se produit généralement que quand le circuit reste fermé un certain temps dans une même direction ou se trouve fermé au moins deux fois de suite*. Après une seule fermeture, l'action chimique polarisante n'est pas assez développée, surtout si la fermeture est de courte durée. Il se produit dans ce dernier cas, après un certain nombre d'expériences, un effet assez curieux : les déviations qui se manifestent au début, pour le sens du courant qui correspond aux déviations les plus faibles, s'affaiblissent beaucoup moins vite que les déviations correspondantes avec le courant renversé; ce qui montre que *les déviations initiales sont surtout impressionnées par la polarisation électrostatique*. On pourra en juger par le tableau suivant, qui résulte d'expériences faites avec l'échantillon de pierre de Caen et des fermetures de courant de deux minutes seulement, les inversions du courant se succédant sans interruption.

	Début.	1^m après.	2^m après.		Inversion. Début.	1^m après.	2^m après.
1......	90	71	67	2......	90	64	55
3......	90	64	61	4......	90	60	47
5......	90	60	56	6......	90	49	37
7......	90	56	50	8......	90	43	30
9......	88	51	45	10......	90	37	26
11......	85	49	40	12......	90	33	22
13......	80	46	37	14......	88	30	19
15......	75	44	35	16......	83	27	18
17......	73	43	31	18......	78	25	17
19......	72	41	29	20......	74	24	16

» Comme on le voit, tous les effets, même les plus contradictoires, s'expliquent aisément avec la théorie que je viens d'exposer, et je ferai remarquer que je n'ai admis aucune hypothèse; cette théorie est entièrement basée sur les faits, et je pourrais même dire que la persistance de la polarisation moléculaire, après la disparition des déviations galvanométriques, persistance sur laquelle s'appuie cette théorie et qu'on peut déduire des effets produits ultérieurement, peut même se montrer directement. Il suffit pour cela de rompre le circuit qui relie directement la pierre au galvanomètre et de le rétablir ensuite comme il était. On voit alors le galvanomètre dévier sous l'influence de ces polarités rémanentes et se maintenir ainsi dévié quelques instants. J'ai retrouvé ces petits courants longtemps après l'électrisation des pierres; mais le chauffage les fait disparaître instantanément. »

PALÉONTOLOGIE. — *Produit des fouilles poursuivies à Durfort (Gard), par M.* P. Cazalis de Fondouce, *pour le Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **P. Gervais**.

« M. P. Cazalis de Fondouce vient de terminer une troisième campagne consacrée à poursuivre les fouilles qu'il dirige à Durfort (Gard) pour le Muséum d'Histoire naturelle, et il m'annonce qu'il a réussi, cette fois encore, à extraire de ce riche gisement des pièces qui seront d'un grand intérêt pour nos collections ainsi que pour la Science.

» On se rappelle que, il y a quelques années, en passant sur le chemin qui conduit de Sumène à Durfort, arrivé à peu de distance de cette dernière localité, M. P. Cazalis, alors accompagné du savant archéologue M. Ollier de Marichard, vit poindre à la surface du sol un objet qu'on aurait pu

prendre de loin pour la section d'un tronc d'arbre, mais dans lequel il reconnut immédiatement une défense fossile de grand Éléphant.

» Les premières fouilles entreprises lui montrèrent qu'il y avait probablement en cet endroit le squelette entier d'un animal de ce genre, et le gisement lui parut mériter d'être exploité avec soin, ce dont l'administration du Muséum voulut bien, sur ma proposition, faire la dépense. Ce travail a été continué pendant une partie des étés de 1873, 1874 et 1875, sous la direction de M. P. Cazalis, qui n'a épargné aucune fatigue pour le mener à bonne fin. Un employé du Muséum, M. Stahl, a été envoyé à Durfort en 1873 pour assurer la consolidation des pièces au fur et à mesure de leur extraction, et donner quelques indications sur la manière dont il fallait procéder à leur restauration. De mon côté, je me suis rendu, à deux reprises différentes, dans la même localité, et j'ai pu juger ainsi de l'importance des résultats que l'on devait attendre de fouilles bien conduites.

» Le gisement de Durfort est compris dans un dépôt essentiellement marneux, de couleur jaunâtre, un peu charbonneux par endroits, renfermant quelques cailloux dans d'autres, et qui s'est déposé dans une sorte de grande cuvette dépendant du terrain néocomien. Ce dépôt est dû aux eaux douces; les fossiles qu'on y rencontre sont les uns des végétaux, les autres des animaux, et ceux-ci appartiennent à plusieurs classes différentes.

» Les Mammifères n'y sont pas uniquement représentés par le genre Éléphant. On y a rencontré aussi des ossements de Rhinocéros, d'Hippopotames, de Cerfs et de Bœufs, ainsi que ceux d'un Carnivore que M. P. Cazalis, qui va nous l'expédier, attribue au genre *Canis*.

» Un Poisson, peut-être comparable aux Dobula ou Meuniers et aux Barbeaux, s'y trouve également.

» Les coquilles appartiennent à plusieurs espèces, les unes terrestres, les autres fluviatiles, toutes très-peu différentes de celles d'à présent, parmi lesquelles je citerai les suivantes : une Valvée; une Paludine, du genre Bithynie; un petit Planorbe, comparable au Spinorbe, et une Anodonte.

» Les végétaux sont représentés par quelques troncs d'arbres, par des feuilles indiquant plusieurs genres de Dicotylédones et de Gymnospermes, ainsi que par des Gyrogonites ou fruits de Charaignes. M. de Saporta, à qui j'ai montré les feuilles que je viens de signaler, les attribue à des espèces peu ou point distinctes de celles qui vivent actuellement : Hêtre, peut-être le *Fagus sylvatica;* Chêne, le *Quercus Tozza*, fort voisin du *Q. apennina;* Pin du groupe du *Pinus sylvestris* déjà signalé, en Angleterre, dans le *Forest Bed ;*

Pin du groupe du Pin d'Alep, comparable aux *P. brussia* et *paroliniana*. Il y a des cônes de cette dernière espèce.

» Les Mammifères donnent au gisement de Durfort un intérêt particulier, parce que plusieurs des squelettes de ces animaux qui y ont été découverts sont entiers ou à peu près entiers, ce qui tient à ce qu'ils proviennent sans doute de sujets ayant succombé au lieu même où l'on trouve leurs débris, lorsqu'ils y sont venus pour se désaltérer ou pour y chercher leur nourriture, ce qui est le cas des Hippopotames, et qu'ils se seront engagés imprudemment dans le dépôt vaseux qui les a ensevelis. Aussi plusieurs des espèces citées plus haut sont-elles représentées chacune par plusieurs individus, et il y a tels de ces individus dont les squelettes, malgré l'altération que la marne a produite sur eux ou le tassement qu'ils ont éprouvé, sont susceptibles d'être montés à la manière des squelettes tirés des animaux actuels, ce qui permettra de les placer, ainsi préparés, dans les galeries d'Anatomie comparée. M. P. Cazalis estime qu'il en est ainsi pour un Hippopotame dont il a extrait, cette année même, les ossements, et c'est aussi le cas pour les trois squelettes d'Éléphants qu'il a exhumés jusqu'à ce jour.

» Un de ces squelettes est en voie de préparation dans mon laboratoire, et j'espère que, grâce à l'utile et savant concours de M. le Dr Sénéchal, ce travail, quoique long et difficile, pourra être mené à bonne fin. L'animal auquel ce squelette a appartenu devait avoir près de 5 mètres de haut.

» Les Éléphants de Durfort ne sont pas de l'espèce ordinaire, c'est-à-dire de l'Éléphant primitif, qui est la dernière des espèces de ce genre qui avait vécu dans nos régions. Leur dentition ressemble davantage à celle des Éléphants fossiles au val d'Arno, près Florence, qui ont été autrefois décrits par P. Savi sous le nom d'*Elephas meridionalis*, et je crois que c'est à la race ou espèce de ces derniers qu'il faut les attribuer plutôt qu'à toute autre. Ce n'est pas, d'ailleurs, la première fois que des ossements de l'Éléphant méridional auront été rencontrés en France; il s'en trouve jusqu'à Saint-Prest, près Chartres, et d'autres localités en ont également fourni.

» M. P. Cazalis et moi nous nous proposons de donner ultérieurement plus de détails sur le gisement de Durfort et sur les fossiles qui y ont été rencontrés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelles cartes de Météorologie nautique, donnant à la fois la direction et l'intensité probables des vents.* Note de M. **Brault**, présentée par M. le vice-amiral Jurien de la Gravière.

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, d'Abbadie, Mouchez.)

« C'est en 1869 que j'ai commencé le travail de Météorologie nautique dont j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui les premiers résultats à l'Académie.

» Mon but était surtout de vérifier et de compléter les études de Maury relatives au régime des vents; mais il était aussi de donner à la France des cartes de navigation embrassant la surface des mers, plus complètes que toutes celles qui existent aujourd'hui en Europe.

» A cet effet, j'ai étudié non-seulement la loi de la *direction probable*, comme l'avaient fait Maury, le *Meteorological Office* et l'Institut d'Utrecht, mais encore les lois de l'*intensité* et de la *succession probables*, qui n'avaient pas été étudiées jusqu'ici.

» Pour arriver à la connaissance de la loi de la *direction*, j'ai emprunté à Maury sa méthode de dépouillement, au *Meteorological Office* et à l'Institut d'Utrecht leur mode de représentation graphique. Quant aux recherches relatives aux lois de l'*intensité* et de la *succession probables*, il a fallu des moyens nouveaux pour des lois nouvelles.

» J'ai dépouillé 20 000 journaux de bord, choisis parmi les meilleurs de ceux qui existent dans nos ports militaires.

» Le dépouillement a été fait par mois et par carrés de 5 degrés.

» Mais, lorsqu'il s'est agi de donner aux *observations* ainsi recueillies une forme graphique, j'ai choisi la division adoptée par le *Meteorological Office*, dans ses dernières cartes de 1872, et j'ai construit des cartes par trimestres et par carrés de 5 degrés, en laissant de côté, pour le moment, la loi de la *succession*.

» J'ai ainsi construit 16 cartes embrassant la surface des mers.

» Parmi ces 16 cartes, les quatre relatives à l'Atlantique nord sont les seules qui soient encore gravées : ce sont celles que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Pour l'Atlantique nord, Maury avait réuni seulement 196 791 *observations de direction* dans ses tableaux. Or j'ai construit mes cartes de l'Atlan-

tique nord avec 239896 *observations de direction* et 239896 *observations d'intensité*. Et, en outre, j'ai, dans des cahiers de dépouillement, classées et numérotées, plus de 200 000 *observations de succession*.

» Les cartes que je présente ont un double but : un but pratique, et un but théorique.

» Le but pratique est d'apporter de nouveaux éléments à la solution du problème des itinéraires maritimes.

» Quant au but théorique, sans entrer à ce sujet dans de grands développements, je demande la permission de soumettre à l'Académie quelques points importants, qui me semblent dignes de son attention :

» 1° Si l'on jette les yeux sur la carte *juillet, août, septembre* de l'Atlantique nord, on y rencontre un carré bien remarquable, celui qui, près des Açores, contient l'île Florès. Dans ce carré il existe autant de vents de la partie O. que de la partie E.; autant de la partie N. que de la partie S.; et c'est le seul de la carte jouissant de cette propriété. De plus, à droite de ce carré les vents dominants sont N., N.N.E et N.E.; au-dessous ils sont E.; à gauche ils sont S. et S.S.O.; au-dessus S.O., O.S.O. et O. Ce carré est donc le centre d'un grand mouvement de rotation atmosphérique. On savait bien déjà qu'il existait comme un centre de rotation vers les Açores, mais sa position n'avait pas encore été nettement définie. Les cartes que je présente prouvent clairement qu'en juillet, août, septembre, ce centre est situé entre 35-40 degrés latitude N. et 32-37 degrés longitude O.

» 2° Si, sur cette même carte d'été de l'Atlantique nord, on considère les alizés dits de N.E., on est d'abord frappé de la régularité avec laquelle ils s'infléchissent depuis le cap Finistère jusqu'aux Antilles. Au cap Finistère ils sont N. et N.N.E., puis ils se courbent, deviennent N.E., E.N.E. et vont s'engouffrer E. dans le golfe du Mexique. En outre ces alizés de N.E. deviennent N., N.N.O. et même N.O., O.N.O. et O. sur la côte d'Afrique. Il en est de même des alizés de S.E. qui, à cette époque, ont passé la ligne. Ils sont successivement E.S.E. et E. en se rapprochant des Antilles, tandis qu'ils s'infléchissent en sens contraire, et deviennent S.S.E., S., S.S.O. et même S.O. en s'approchant de la côte d'Afrique. Tout se passe donc comme s'il y avait deux immenses cheminées d'aspiration au Sahara et au golfe du Mexique, qui sont, comme on le sait, deux maximum thermiques. Et même la continuité des vents sur la carte est telle, qu'on est tenté d'ajouter que tout se passe encore comme si ces deux grands centres d'aspiration commandaient la circulation des couches inférieures de l'atmosphère dans le bassin de l'Atlantique nord.

» 3° A l'inspection des cartes de vents de l'Atlantique nord, il est encore une question importante qui s'impose à l'esprit : c'est la question des calmes de l'équateur. Ces calmes en été sont en quelque sorte emprisonnés entre 5-10 degrés latitude N. et 32-42 degrés longitude O.; en hiver ils sont tout près de la côte d'Afrique. Tout fait présumer qu'il existe à chaque instant sur l'équateur une portion d'air en repos qui constitue un centre de calmes. Comme l'équilibre est instable, ce centre se déplace : il est par exemple en A le 1er juillet, en A′ le 2, en A″ le 3, etc., si bien que, lorsqu'on fait le dépouillement des journaux par mois, on trouve une bande de calmes. C'est ce qui a trompé Maury; il a trouvé une bande de calmes à l'équateur, et il en a conclu à l'existence d'une bande de calmes sur la surface du globe, tandis qu'il est évident qu'on peut trouver une bande de calmes par la méthode dite *des moyennes*, sans qu'il existe réellement autre chose qu'un centre de calmes qui se promène sur l'équateur, et qui dans les moyennes apparaisse sous forme de bande, de bande limitée bien entendu; car, pour ce qui est de croire qu'il existe une bande de calmes entourant la terre à l'équateur ou au tropique, c'est là un rêve de l'illustre Américain. Il n'y a de bandes de calmes entourant la Terre absolument nulle part.

» Je terminerai cette petite Note en prévenant l'Académie que j'ai construit aussi pour l'Atlantique nord, avec plus de 230 000 *observations*, des cartes où la loi de l'*intensité* seule est mise en évidence. Ces nouvelles cartes, que je soumettrai un jour à l'Académie, combinées à celles que je présente aujourd'hui, sont, je crois, destinées à jeter un grand jour sur plusieurs questions, et principalement sur la question des calmes. Je ne crois pas devoir insister, pour le moment, sur toutes les questions théoriques que soulèvent mes nouvelles cartes de vents; je me réserve de reprendre toutes ces questions le jour où je demanderai à l'Académie l'honneur de lui présenter deux grandes cartes, auxquelles je travaille maintenant, que je continuerai à mesure que paraîtront les seize cartes de vents que je viens de terminer, et qui représenteront, pour l'été et l'hiver, la circulation générale des couches inférieures de l'atmosphère sur la surface des mers. »

M. **J. Morin** adresse une Note relative à un procédé propre à diminuer la fréquence des abordages de mer.

Les premiers essais de l'auteur remontent à environ deux ans; une Note récente de M. Trève le détermine à en faire connaître les principaux résultats à l'Académie. Il a renoncé à faire usage de la lumière électrique continue,

à cause de la difficulté de l'installation. Il a recours à des signaux consistant en des éclairs plus ou moins éloignés : les signaux seront ainsi plus remarquables et ne pourront être attribués à une cause accidentelle, surtout si on les fait se succéder suivant un système déterminé; en outre, ils peuvent être produits avec une installation peu compliquée, en faisant usage des batteries secondaires à lames de plomb, de M. Planté. Il s'est servi d'une machine magnéto-électrique à 8 bobines, fonctionnant avec une vitesse de 50 tours par minute et exigeant une force motrice peu considérable : la pile secondaire se composait de 50 couples, présentant une surface de 48 centimètres carrés; l'ensemble des couples avait $0^m,70$ de longueur, $0^m,50$ de largeur et $0^m,50$ de hauteur; elle pouvait fondre $2^m,20$ de fil de fer, de 1 millimètre de diamètre. L'auteur s'occupe de la construction d'une lampe électrique spéciale, pouvant fonctionner dans ces conditions.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

M. P. **Blanchet** adresse une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

MM. **Éd. Martineau**, **J. Dagnaud**, **M. Giraud**, **F. Ségur**, **P. Boiteau** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. **W. Spottiswoode**, extraite des « Proceedings » de la Société royale de Londres, relative à des expériences sur les décharges électriques dans les gaz raréfiés.

ASTRONOMIE. — *Étude des radiations superficielles du Soleil.* Note de M. **S.-P. Langley**, présentée par M. Faye.

« Une récente Communication du P. Secchi (*Comptes rendus*, 24 mai 1875) m'engage à présenter le résultat partiel d'une série de mesures actuellement en progrès, prises avec la thermopile à l'Observatoire d'Allegheny. Le but de ces mesures est de rechercher la loi de la décroissance moyenne de la

chaleur lumineuse, à partir du centre du disque solaire jusqu'à sa circonférence. Une recherche parallèle, faite par les méthodes photométriques, a montré sur tous les points une plus grande absorption pour la lumière que pour la chaleur; de plus, j'ai remarqué ici que, quand la lumière du centre et celle des points plus rapprochés du limbe sont juxtaposées par des moyens convenables, celle-là paraît bleue par contraste avec celle-ci, qui est d'un brun rougeâtre. Quoique cette observation montre de soi, avec une évidence frappante, une plus grande absorption de la lumière la plus réfrangible, cependant elle rend une estimation photométrique exacte si difficile, qu'il me faut remettre la présentation de la loi sur l'absorption générale jusqu'à l'achèvement d'un examen des rayons homogènes pris à des points différents sur le rayon solaire.

» Pour comprendre la méthode et la notation employées dans les mesures de chaleur qui suivent, nous supposerons que deux plans qui se coupent à angle droit passent par l'œil de l'observateur et le centre du Soleil, de telle manière que l'un d'eux puisse constamment y comprendre l'axe solaire. Les quatre rayons formés sur le disque solaire apparent par les traces entrecoupées de ces plans seront dirigés vers le nord, l'est, le sud et l'ouest du Soleil; puis, mesurant par centièmes de rayon, à partir du centre, nous désignerons un point situé juste au milieu du centre et du bord : $0^r,50$ E., ou $0^r,50$ N., etc.; un point situé aux trois quarts de la distance, $0^r,75$ N., etc. La thermopile (comme je l'ai fait remarquer dans un article précédent) est constamment fixe dans l'axe optique du télescope, et est entièrement dirigée par le mouvement de ce dernier, d'abord au centre du Soleil, ensuite (par exemple) au point que nous avons désigné par $0^r,75$ N. puis encore au centre, puis au $0^r,75$ E"., et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on l'ait fait passer par les 360 degrés. On doit continuer ces séries d'observations assez longtemps pour que, dans l'hypothèse des variations annuelles apparentes, causées par l'aspect changeant de l'équateur solaire, on puisse, si elles existent, les éliminer d'une manière sensible.

» Pour déterminer si, à distance égale du centre, la chaleur vers les pôles est plus ou moins grande qu'à l'équateur, on compare la moyenne des mesures du nord et du sud (voir la colonne $\frac{N+S}{2}$) avec la moyenne de celles de l'est et de l'ouest (voir la colonne $\frac{E+O}{2}$), et pour déterminer l'augmentation apparente d'absorption en approchant du bord, on prend la moyenne du tout, comme dans la colonne intitulée : $\frac{N+S+E+O}{4}$. Cette

méthode m'a incidemment conduit à remarquer des irrégularités légères, nombreuses et temporaires, dans la distribution de la chaleur (de même que de la lumière). Ces fluctuations évanescentes me semblent donner du poids à l'hypothèse d'un Soleil principalement gazeux et de la distribution de la chaleur à sa surface par des courants, car ces courants doivent nécessairement amener des irrégularités ; et, quoique celles-ci soient probablement trop faibles pour être directement sensibles à nos moyens les plus délicats, elles pourraient cependant se montrer, par leur effet secondaire, dans les perturbations locales temporaires d'une atmosphère peu épaisse et très-absorbante. Ces fluctuations, quelle qu'en soit la cause, pourront former plus tard le sujet d'une étude intéressante. Je n'ai ici en vue que de les éliminer ; il ne faut donc pas les confondre avec ces variations systématiques qui ont été annoncées et que je n'ai pu retrouver.

» Il ne faut pas oublier que les mesures suivantes ne s'appliquent qu'à cette portion de la radiation solaire qui affecte la thermopile, après avoir subi les influences de notre propre atmosphère et après avoir passé à travers le verre. La chaleur au centre est prise = 100.

DISTANCE du CENTRE.	NORD		EST		SUD		OUEST		$\frac{N+S}{2}$		$\frac{E+O}{2}$		$\frac{N+S+E+O}{4}$			$\frac{N+S}{2}-\frac{E+O}{2}$
	Nombre d'obs.	Moyenne.	Nombre d'obs.	Moyenne.	Nombre d'obs.	Moyenne.	Nombre d'obs.	Moyenne.	Nombre d'obs.	Moyenne.	Nombre d'obs.	Moyenne.	Nombre d'obs.	Moyenne.	Erreur probable des moyennes.	Différences.
0,25	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	99,0	"	"
0,50	18	94,9	18	94,7	18	94,5	18	95,9	36	94,7	36	95,3	72	95,0	± 0,35	— 0,6
0,75	31	86,5	24	85,6	17	85,5	26	84,0	48	86,0	50	85,8	98	85,9	± 0,17	+ 0,2
0,96	7	60,7	10	60,6	8	62,3	8	63,9	15	61,5	18	62,3	33	61,9	± 0,39	— 0,8
0,98	30	50,8	32	47,7	31	49,5	31	52,2	61	50,2	43	50,0	124	50,1	± 0,23	+ 0,2
	86		84		74		83		160		167		327			

» En combinant avec des poids convenables les nombres de la dernière colonne, on trouve la valeur moyenne

$$\frac{N+S}{2}-\frac{E+O}{2}=+0,01 \pm 0,24.$$

» Cela montre que si, durant les derniers mois de 1874, il existait une différence entre la chaleur équatoriale et polaire du Soleil, elle ne pouvait être sentie dans la moyenne de plus de trois cents mesures, et, dans tous les cas, n'excédait probablement pas une fraction de 1 pour 100 de la radia-

tion du centre. Si le P. Secchi a raison de dire que, pendant l'année 1852, il existait une différence de plus de 6 pour 100 dès le 30e parallèle, il faut alors conclure, d'après les observations présentes, qu'il y a, dans la distribution de la chaleur sur la surface solaire, d'importants changements périodiques qui ont jusqu'à présent passé inaperçus, et dont on ignore les lois. Évidemment, jusqu'à ce que de nouveaux faits viennent s'ajouter à ceux qui nous sont connus, la discussion ne sera guère profitable, car nous avons ici atteint les bornes de nos connaissances actuelles. »

ASTRONOMIE. — *Observation des étoiles filantes du mois d'août* 1875. Note de M. C. **Wolf**, présentée par M. Le Verrier.

« L'observation des étoiles filantes, organisée en 1867 par l'Association scientifique de France, a été faite cette année, pendant les nuits du 9, du 10 et du 11 août, par nos collaborateurs avec leur zèle accoutumé. La sérénité du ciel a permis presque partout de voir dans toute sa beauté le phénomène qui semble marcher rapidement vers un maximum très-brillant. Dans la nuit du 10 au 11 août, à Rochefort, MM. Simon et Courbebaisse ont compté 133 étoiles en moyenne par heure; à Avignon, M. Giraud, aidé de son fils et des élèves-maîtres de l'École normale, a observé et enregistré 858 météores de $8^{h}35^{m}$ à $15^{h}40^{m}$; à Lisbonne, M. Capello, directeur de l'Observatoire de l'Infant don Luiz, a compté, dans cette même nuit, 1227 étoiles filantes.

» L'an prochain, nous saurons si le maximum est déjà atteint ou s'il faut l'attendre encore. On sait que, par contre, l'essaim de novembre, après s'être montré fort brillant pendant quelques années, passe maintenant presque inaperçu ; de sorte que, cette année, nous n'aurons pas à demander à nos collaborateurs de braver, comme ils l'ont fait plusieurs fois, le froid des nuits de novembre.

» L'administration des lignes télégraphiques nous a prêté, pour la transmission de l'heure aux diverses stations, le concours empressé qu'elle ne refuse jamais aux entreprises scientifiques.

» Les observatoires de Marseille et de Toulouse se sont joints à nous pour l'observation des étoiles filantes. M. Tisserand a déjà signalé à l'Académie l'existence de plusieurs points radiants, en outre du point principal situé dans Persée. Le même résultat a été obtenu par plusieurs de nos collaborateurs.

» M. Tacchini nous envoie de Palerme les déterminations suivantes :

9 août......	$\alpha = 2^h.48^m$	$\delta = +54^\circ.31'$
	2.57	50.30
	2.56	51.15
10 août......	2.53	54. 0
	2.44	55.40
	2.47	54.30
	2.51	51.20
	3. 3	52. 0
11 août......	2.56	53. 0
	2.36	56.17
	2.47	53.30
	2.58	51. 0
12 août......	2.46	53.20
Moyenne....	2.50,9	+53. 8,6

» Si l'on place les points radiants sur une carte céleste, ajoute M. Tacchini, ils sont compris dans une ellipse très-étroite, comme je l'ai démontré autrefois.

» M. l'abbé Lamey, de Dijon, donne, pour position du point radiant principal pendant les trois nuits,

(A) $\alpha = 37^\circ, \quad \delta = +45^\circ.$

» Il en existerait en outre deux autres secondaires, dont les coordonnées moyennes seraient

(B) $\alpha = 320^\circ,4, \quad \delta = -1^\circ,8,$

(C) $\alpha = 331^\circ \quad \delta = 0^\circ.$

» M. Lespiault, de Bordeaux, signale également l'existence de plusieurs points radiants secondaires près ou dans Cassiopée.

» A Rouen, où observait M. Gully; à Sainte-Honorine-du-Fay, où M. le curé Lebreton a son observatoire, la pluie d'étoiles a été très-abondante et soigneusement examinée. Seul, M. Hercouët, capitaine du port à Saint-Malo, a été contrarié par les nuages.

» Enfin, à Courtenay, M. Cornu a observé le 9 août un phénomène lumineux qui paraît se rattacher à l'apparition des étoiles filantes : c'est celui d'une bande lumineuse, à bords estompés, qui s'étendait dans le ciel, suivant un grand cercle, sur une longueur de plus de 120 degrés, et qui sem-

blait animée d'un mouvement propre, en sens inverse du mouvement diurne. Cette apparition pourrait être ce que M. Philippe Breton a appelé la *fausse comète* des essaims d'étoiles filantes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur les nombres de Bernoulli*; par M. E. CATALAN.

I. — La relation fondamentale, donnée par Moivre, est

$$(A)\quad \frac{2q+1}{1}B_{2q-1}+\frac{(2q+1)2q(2q-1)}{1.2.3}B_{2q-3}+\ldots+\frac{(2q+1)2q}{1.2}B_1=\frac{2q-1}{2}\ (^*).$$

D'autre part, la formule de Cauchy

$$\frac{x}{e^x-1}=1-\frac{x}{2}+\frac{B_1}{1.2}x^2+\frac{B_3}{1.2.3.4}x^4+\ldots$$
$$+\frac{B_{2q-1}}{1.2\ldots 2q}x^{2q}+\theta\frac{B_{2q+1}}{1.2\ldots(2q+2)}x^{2q+2}$$

donne, comme l'on sait,

$$(B)\quad \begin{cases} \dfrac{(2q+2)(2q+1)}{1.2}B_{2q-1} \\ +\dfrac{(2q+2)(2q+1)2q(2q-1)}{1.2.3.4}B_{2q-3}+\ldots+\dfrac{(2q+2)(2q+1)}{1.2}B_1=q. \end{cases}$$

Des égalités (A), (B) on conclut par soustraction

$$(C)\quad \frac{2q+1}{1}B_1+\frac{(2q+1)2q(2q-1)}{1.2.3}B_3+\ldots+\frac{(2q+1)2q}{1.2}B_{2q-1}=\frac{1}{2}.$$

Cette relation, que je crois nouvelle, paraît remarquable, surtout si on la compare à celle de Moivre.

» II. — On a

$$B_{2q-1}=\pm 4q\int_0^\infty \frac{t^{2q-1}\,dt}{e^{2\pi t}-1}\ (^{**});$$

(*) LACROIX, t. III, p. 84.

(**) Dans cette formule et dans toutes celles qui vont suivre, les signes supérieurs répondent au cas de q *impair*.

donc, par la substitution dans (C),

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\int_0^\infty \frac{dt}{e^{2\pi t}-1}\left[\frac{2q+1}{1} - \frac{(2q+1)2q(2q-1)}{1.2.3}2t^3\right. \\ &\qquad \left. + \frac{(2q+1)\ldots(2q-3)}{1\ldots5}3t^5 \pm \frac{(2q+1)2q}{1.2}qt^{2q-1}\right] = \frac{1}{8}. \end{aligned} \right.$$

Si l'on fait $t^2 = x$, cette équation devient

$$(2)\qquad \int_0^\infty \frac{dx}{e^{2\pi\sqrt{x}}-1}\mathrm{P} = \frac{1}{4};$$

pourvu que l'on suppose

$$(3)\qquad \mathrm{P} = \mathrm{C}_{2q+1,1} - \mathrm{C}_{2q+1,3}\,2x + \mathrm{C}_{2q+1,5}\,3x^2 - \ldots \pm \mathrm{C}_{2q+1,2}\,qx^{q-1}.$$

on trouve aisément

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{P} = {} & \frac{(1+\sqrt{x}\sqrt{-1})^{2q+1} - (1-\sqrt{x}\sqrt{-1})^{2q+1}}{4\sqrt{x}\sqrt{-1}} \\ & + (2q+1)\frac{(1+\sqrt{x}\sqrt{-1})^{2q} + (1-\sqrt{x}\sqrt{-1})^{2q}}{4} \pm (q+1)x^q. \end{aligned} \right.$$

» III. — Soit maintenant

$$x = \operatorname{tang}^2\theta;$$

d'où

$$dx = 2\operatorname{tang}\theta\,\frac{d\theta}{\cos^2\theta}.$$

Le polynôme devient

$$\mathrm{P} = \frac{1}{2}\frac{\sin(2q+1)\theta}{\cos^{2q+1}\theta\operatorname{tang}\theta} + \frac{1}{2}(2q+1)\frac{\cos 2q\theta}{\cos^{2q}\theta} \pm (q+1)\operatorname{tang}^{2q}\theta;$$

et la formule (1)

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{(e^{2\pi\operatorname{tang}\theta}-1)\cos^{2q+3}\theta}\left[\sin(2q+1)\theta + (2q+1)\sin\theta\cos 2q\theta \pm 2(q+1)\sin^{2q+1}\theta\right] = \frac{1}{4}$$

ou, par le changement de θ en $\frac{\pi}{2} - \varphi$,

$$(\mathrm{D})\quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(e^{2\pi\cot\varphi}-1)\sin^{2q+3}\varphi}\left[2(q+1)\cos\varphi\cos 2q\varphi - \sin\varphi\sin 2q\varphi - 2(q+1)\cos^{2q+1}\varphi\right] = \mp\frac{1}{4}.$$

» IV. — J'ai trouvé, autrefois, la formule

$$(E) \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin 2q\varphi\, d\varphi}{(e^{2\pi \cot\varphi}-1)\sin^{2q+2}\varphi} = \pm \frac{2q-1}{4(2q+1)} \; (*).$$

» Par son moyen, la relation (D) se réduit à

$$(F) \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(e^{2\pi \cot\varphi}-1)\sin^{2q+3}\varphi}(\cos\varphi\cos 2q\varphi - \cos^{2q+1}\varphi) = \mp \frac{1}{4(q+1)(2q+1)},$$

formule remarquable.

» V. — Si on la combine avec (E), on obtient ce résultat encore plus simple

$$(G) \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(e^{2\pi \cot\varphi}-1)\sin^{2q+3}\varphi}[\cos(2q+1)\varphi - \cos^{2q+1}]\varphi = \mp \frac{q}{4(q+1)}.$$

» VI. — Enfin de (G) on conclut aisément

$$(H) \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos(2q-1)\varphi\, d\varphi}{(e^{2\pi \cot\varphi}-1)\sin^{2q+1}\varphi} = \pm \frac{(q-1)+B_{2q-1}}{4q}. \quad »$$

EMBRYOGÉNIE. — *Des formes larvaires des Bryozoaires.* Note de M. J. Barrois, présentée par M. Milne Edwards.

« Au type représenté par l'*Alcyonidium* se rattache une nombreuse série dont l'ensemble constitue notre *première forme larvaire*. Chez tous les représentants de deux grandes divisions de Bryozoaires, les *Chilostomes* et les *Cténostomes* (*Alcyonidiens* et *Vésiculaires*), le développement présente, comme chez l'*Alcyonidium*, trois phases principales : 1° segmentation jusqu'au stade trente-deux; 2° formation de la *gastrula*, et production du *stade en forme de cloche;* 3° différenciation histologique et achèvement des organes.

» Les deux premières phases sont partout identiques, et, toujours, le stade en forme de cloche est reproduit avec la même régularité. La troisième phase peut, au contraire, différer suivant les genres et selon l'importance plus ou moins grande des changements qui s'y produisent; on passe par tous les états de transition, depuis les formes les plus simples, re-

(*) *Mélanges mathématiques*, p. 125.

présentant, à peu de chose près, le stade en cloche à un état permanent, comme chez l'*Alcyonidium*, jusqu'aux types les plus complexes et les plus aberrants. C'est au nombre de ces derniers qu'il faut ranger le *Cyphonautes* et les larves de Vésiculaires, que nous prendrons ici comme exemples de formes ainsi modifiées.

» Les phénomènes qui, à la suite du stade en cloche, s'accomplissent chez le *Cyphonautes*, pendant la troisième phase du développement, se réduisent à deux processus fondamentaux :

» 1° Le sillon qui formera la ventouse, au lieu de se produire au milieu de la face dorsale, se produit près du sommet; il en résulte une réduction considérable de cet organe et une extension correspondante de la membrane unissante, qui forme dès lors la majeure partie de la face dorsale.

» 2° La face ventrale tend à s'invaginer au dedans, et la couronne à venir se fermer au-dessus, en appliquant l'un contre l'autre ses deux bords opposés : ainsi sont produits le vestibule et la forme bilatérale de l'embryon; la ceinture devient la frange ciliaire du vestibule, et la membrane unissante, le corps du *Cyphonautes*. La coquille est une simple chitinisation de chacune des deux moitiés de la membrane unissante. La ventouse, intermédiaire entre ces deux moitiés, se trouve, après la formation de la coquille, comprise entre les deux valves, et commence dès lors à éprouver une rétrogradation complète.

» Ces résultats embryogéniques se confirment par la comparaison des différents types; entre les deux formes extrêmes, l'*Alcyonidium* et le *Cyphonautes compressus*, deux nouveaux types de passage, l'*Eucratée* et le *Cyphonautes de Saint-Vaast*, viennent établir une liaison intime et constituer une chaîne non interrompue, qui permet de retracer avec certitude les homologies des divers organes.

» Les larves des Vésiculaires se présentent, à l'éclosion, sous forme d'un ovoïde régulier, légèrement aplati à chacun des pôles, et portant un revêtement général de longs cils vibratiles.

» A chacun des pôles se trouve une tache moins colorée, indiquant la présence d'un organe spécial; la tache du pôle supérieur est légèrement saillante, et celle du pôle inférieur complétement plate; la portion de l'ovoïde située entre les deux pôles est couverte de longues côtes caractéristiques, et porte, dans le sens longitudinal, une ouverture rappelant la fente pharyngienne de l'*Alcyonidium*, et surmontée comme elle d'un plumet vibratile. Enfin, à chacune des taches citées précédemment, correspond un

système d'organes que l'opacité de l'embryon ne m'a pas permis de distinguer avec toute la netteté désirable.

» Les phénomènes qui produisent cette structure étrange résultent, comme toujours, de modifications produites sur le stade en forme de cloche; ils consistent simplement en un développement exagéré de la couronne : les parties dorsale et ventrale se comportent absolument comme chez les larves ordinaires; mais chacune des cellules de la couronne subit, dans le sens longitudinal, un accroissement considérable, et se transforme en une côte occupant toute la longueur de l'embryon; à la fin du développement, l'ensemble de ces côtes constitue une espèce d'étui, à chaque extrémité duquel fait saillie, sous forme de taches sombres, le reste des faces dorsale et ventrale. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur deux orages de grêle, observés le 7 et le 8 juillet dans quelques parties de la Suisse et du midi de la France.* Note de M. **Colladon.** (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résumé d'observations faites sur deux orages de grêle très-semblables, quoique entièrement distincts, qui ont frappé, le premier dans la nuit du 7 au 8 juillet, les bords de la Saône, le département de l'Ain, le canton de Genève, le nord de la Haute-Savoie et quelques communes du Bas-Valais; le second, de midi à $3^h 15^m$ du soir, le 8 juillet, le département de la Savoie, quelques communes centrales de la Haute-Savoie et une partie du Valais. Ils ont présenté, dans leurs principaux détails et dans leur marche, des analogies remarquables.

» J'ai recueilli, par la lecture des comptes rendus des principaux journaux, et des rapports officiels destinés à constater l'importance des dégâts, par mes observations et des correspondances privées, ou des récits de témoins dignes de foi, un assez grand nombre de faits qui me semblent mériter l'attention des météorologistes et des physiciens.

» 1° La vitesse de marche de ces deux orages, dans le sens de la longueur de ces zones, a été à fort peu près égale, 45 à 50 kilomètres à l'heure.

» 2° Dans ces deux journées, du 7 et du 8, la grosseur des grêlons et peut-être leur forme paraissent avoir été à peu près les mêmes. Dans toutes les citations, ils ont été comparés, pour ces deux zones, à de grosses noix, à des œufs de pigeon ou de poule, à des citrons, etc. On en a recueilli, presque partout, qui avaient plus de 50 millimètres de grand diamètre, et, en quelques endroits, de plus gros, de 70, 80 et même 90 millimètres de grand diamètre. Presque tous étaient formés de plusieurs couches concentriques, 6, 8 et même 10, alternativement opaques et transparentes.

» Dans l'orage du 7, la plupart des gros grêlons étaient remarquablement réguliers; quelques-uns, aplatis, quoique bien entiers, avaient la forme d'une montre de poche ou d'une tranche de citron.

» 3° Un autre point commun aux deux orages était la grande élévation du groupe de nuages où s'engendrait la grêle; en effet, le groupe d'où partaient les éclairs et la grêle a cheminé, dans les deux journées du 7 et du 8, selon une direction constante, et a passé au-dessus de diverses crêtes de montagnes, élevées de 1000 à 2000 mètres, sans les toucher et sans subir de déviation.

» 4° Les phénomènes électriques étaient, dans les deux journées, d'une intensité exceptionnelle; le groupe de nuages d'où tombait la grêle le 7 juillet a été, pendant plus de trois heures et demie, le siége d'éclairs qui se succédaient, sans interruption, à des intervalles de moins d'une demi-seconde. Partout où cet orage a passé, on a comparé la lueur de ses éclairs à celle d'un immense incendie, tant la clarté paraissait permanente. Le sol, les objets placés à sa surface et la colonne de grêle surtout étaient phosphorescents.

» La grêle a été suivie d'une très-forte odeur d'ozone, et les objets en fer ou en fonte sur lesquels ont séjourné les grêlons ont été profondément oxydés.

» 5° Malgré ce nombre prodigieux d'éclairs successifs, on n'a pu constater, que je sache, aucune chute de foudre sur le passage de cette colonne. En France et en Suisse, le nuage principal n'émettait pas d'éclairs suivis de détonations violentes; ces éclairs étaient muets, selon l'expression assez caractéristique de nombreux témoins (1).

» On observe quelquefois, dans nos latitudes, après de très-fortes chaleurs, des orages électriques d'une énergie exceptionnelle, pendant lesquels les traits de feu des éclairs diffèrent de leur apparence ordinaire. Chaque sillon de la foudre semble dessiner alors quelque figure bizarre. Au lieu des longues lignes avec les zigzags traditionnels, le sillon de l'éclair se projette à l'œil sous l'apparence de circuits en lignes courbes, ouvertes ou fermées, ou bien il figure des arabesques des formes les plus variées; d'autres fois enfin, il se bifurque en plusieurs traits fourchus, à courtes branches, et donne naissance à des éclairs arborescents.

» Ces divers éclairs se montrent dans toutes les parties, mais surtout à mi-hauteur, d'un ensemble de nuages élevés, que des lueurs incessantes semblent parcourir d'une manière discontinue, chaque éclair étant composé de plusieurs lueurs successives (2).

---

(1) On trouve dans le tome IV des *OEuvres* d'Arago, page 87, trois citations de faits semblables, observés pendant de violents orages. L'un des faits, raconté par Deluc en 1791, avait été observé pendant un orage ayant la même direction que celui du 7 juillet 1875.

(2) J'ai pu souvent observer, surtout au printemps, de mon habitation d'été, au sommet du coteau de Cologny, d'où la vue des Alpes est très-étendue, des orages électriques dont le siége était dans de hautes nuées situées en Piémont, probablement au-dessus des montagnes qui séparent Turin d'Aoste. Le mont Blanc se détachait alors très-nettement en

» Tous ces caractères existaient d'une manière frappante dans l'orage du 7 juillet :

» La haute nuée, en apparence continue, qui versait sans interruption une épaisse colonne de grêlons, ne s'illuminait presque jamais en entier par un seul éclair. Les lueurs paraissaient restreintes, saccadées; leur rapide succession imitait assez bien des séries de cascades lumineuses, dans l'intérieur de ce groupe, dont chaque partie s'illuminait, comme à tour de rôle, à des intervalles variant approximativement de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde.

» Je dois insister sur l'importance de ce fait : on peut en conclure, sans hésitation, que certaines nuées orageuses, lors même qu'elles paraissent former un tout dense et continu, sont, en réalité, des groupes formés de portions bien distinctes et isolées les unes des autres, quant à leur état électrique.

» On peut admettre que ces portions de nuées, composées, les unes de gouttes d'eau glacée à l'état liquide, les autres d'aiguilles de neige ou de grains de grésil, se trouvent séparées et isolées les unes des autres par de larges couches d'air sec et froid, appelées de l'atmosphère supérieure par la dépression continue que produit nécessairement, dans l'intérieur du groupe entier, la chute d'une immense quantité de grêlons (1).

» En résumé, ces grandes nuées fortement électrisées, d'où s'échappe parfois la grêle, ne sont pas un seul et même corps conducteur chargé d'électricité. Ce n'est pas non plus, comme l'ont supposé Volta et d'autres physiciens, un composé de deux vastes nuages, placés l'un au-dessus de l'autre à une assez grande distance, et entre lesquels les grêlons montent et descendent.

» Ces groupes orageux se composent, en réalité, d'un grand nombre de centres électriques, assez rapprochés, quoique bien distincts, et pouvant être assemblés de plusieurs manières variables.

» La théorie de la formation de la grêle devient alors beaucoup moins problématique; les grêlons sont ballottés et attirés vers un de ces centres, puis vers un autre, par l'effet de leur énorme tension positive ou négative; dans ces oscillations successives, les grêlons s'enveloppent alternativement de gouttes d'eau glacée, ou d'aiguilles de glace et de grésil. La vitesse de l'oscillation doit se ralentir à mesure que les grêlons grossissent et acquièrent plus de masse, ce qui rend assez bien compte de l'épaisseur croissante, du centre

---

entier sur ces nuages, rendus lumineux par des éclairs fréquents, et il était facile de constater que les parties supérieures des nuages s'élevaient bien plus haut que le sommet du mont Blanc, quelquefois même au double de cette hauteur; d'où l'on peut conclure que le sommet de ces nuées était élevé de près de 8000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

(1) A son passage sur le canton de Genève, la colonne de grêlons devait avoir une section horizontale continue de 50 à 60 kilomètres carrés.

à la circonférence, des couches successives qui entourent le grain de grésil placé au centre du grêlon.

» En outre, on peut concevoir que, pendant que les grêlons sont ainsi suspendus au sein des nuages et fortement électrisés, plusieurs d'entre eux, pourvus de protubérances, doivent prendre un mouvement gyratoire comme le feraient des tourniquets électriques; ils grossissent plus rapidement dans le sens du rayon de rotation et doivent finalement acquérir la forme de grêlons plats et réguliers, comme ceux qui sont tombés en grand nombre le 7 juillet.

» La permanence de forme, et surtout de grosseur, des grêlons que déverse, pendant une marche rapide de quelques heures, une grande nuée électrique, est un fait remarquable, qui ne peut s'expliquer que par l'étendue et surtout par la grande élévation du nuage orageux, et par le renouvellement régulier et incessant de la tension électrique de chacune de ses parties supérieures. »

M. N. Severtzow, à propos de la Communication faite par M. Faye dans la précédente séance, rapporte une observation faite par lui en Asie centrale, dans le Thian-Schan occidental, pendant un orage de grêle, à peu près à la même hauteur que celle de M. Lecoq sur le Puy-de-Dôme (1).

« J'étais, le 12 juillet 1866 (ou 30 juin, vieux style), sur une crête qui sépare l'Ougam du Pskem, affluents du Tschir-Tschik (qui coule vers le Syr), à environ 70 kilomètres au nord-est de Tæschkent, à une hauteur d'environ 1500 mètres (2) au-dessus de l'Océan. Cette crête est interrompue par une pente très-escarpée et inaccessible.

» Dans l'après-midi, le ciel se chargeait; je ne me souviens plus de la direction du vent ni de l'état du ciel avant l'orage, mais en général, dans ce pays, c'est le vent sud-ouest qui amène les vapeurs; c'est quand ce vent tourne au nord, en passant par le nord-ouest, que ces vapeurs se condensent. Je me rappelle parfaitement avoir vu les nuages *descendre;* quand ils enveloppèrent le sommet de la crête où je me trouvais, la pluie com-

---

(1) Cette Communication avait été faite à l'Académie dans la séance précédente. La Note remise par l'Auteur est parvenue trop tard pour être insérée aux *Comptes rendus*.

(2) Les 1500 mètres que je donne ici sont une estimation basée sur la limite mesurée barométriquement des cultures de froment sur les pentes de cette crête, limite qui est à 4500 pieds anglais (1370 mètres).

mença ; je dus m'arrêter sur une pente un peu roide, un peu à l'abri d'un rocher, pour attendre la fin de l'orage de grêle qui m'y surprit. Le vent *tourbillonnait;* j'avais beau me tourner de tous les côtés, je l'avais toujours en face; j'étais descendu de mon cheval, que je tenais par la bride. Je voyais très-distinctement la pluie et la grêle frapper latéralement, dans une direction *oblique* et non verticale, les flancs de mon cheval ; je pouvais suivre des yeux la chute des grêlons, amortie et ralentie par ce mouvement tourbillonnant ; la force du choc, quoique sensible, était bien moindre que ne le comportait leur volume, variant de celui d'une noisette ordinaire à celui d'une grosse noix. Au reste, toutes les vitres cassées par la grêle et l'entre-choquement invariable des grêlons montrent, je crois, que le mouvement cyclonique des grêlons continue encore après leur sortie de la couche inférieure des nuages d'orage. Je n'ai pas d'observations complètes sur la marche du cyclone de grêle si imparfaitement décrit ci-dessus; tout ce que j'en sais, c'est qu'il tomba de la grêle le soir même à Tuhimkent, à 120 kilomètres nord-ouest de ma station, bien avant le coucher du soleil; ce qui supposerait un cyclone produit par le choc brusque des vents *sud-ouest* et *nord-est,* cyclone allant rapidement du *sud-est* au *nord-ouest,* le long de la ligne de rencontre de ces courants d'air opposés.

» La grosseur atteinte par les grêlons, à 1500 mètres de haut, montre la grande hauteur de la formation de leurs noyaux de neige, dans la couche des aiguilles glacées du cirrhus. »

M. Faye, au sujet de cette Note, fait les remarques suivantes :

« L'Académie sera frappée certainement de la parfaite concordance de cette observation avec celle de notre Correspondant, M. Lecoq, que je rappelais dans la dernière séance. Toutes deux tendent à montrer que le mécanisme de la formation de la grêle consiste dans un mouvement tourbillonnaire *à axe vertical,* analogue à celui qu'on observe dans les trombes, mais ne descendant pas jusqu'au sol.

» Quant à l'autre point de l'explication que je propose, c'est-à-dire pour montrer que ce mouvement tourbillonnaire à axe vertical s'étend de la région des cirrhus à celle des nimbus, je me bornerai à rappeler une importante observation que M. le commandant Rozet a eu occasion de faire plusieurs fois dans les Pyrénées, à l'époque où il y terminait les travaux géodésiques de la Carte de France, en 1848 et 1849. Après avoir décrit deux

couches sphériques de vapeurs de visibilité bien inégale, qui se terminent, l'une à 1 ou 2 kilomètres de hauteur, c'est-à-dire à la région des cumulus, l'autre dans la région des cirrhus, bien au-dessus des cimes les plus hautes, et distingué ainsi très-nettement les deux couches de nuages qui interviennent dans les orages, M. Rozet ajoute (1):

« Quand les cirrhus des régions supérieures ou plutôt les cirrho-cumulus forment une couche plus ou moins continue, dans le même moment qu'il existe une certaine quantité de cumulus sur la première couche de vapeurs, on peut prédire le mauvais temps ou la formation de nimbus; effectivement, les nuages du haut ne tardent pas à descendre, ceux du bas à monter, *en s'allongeant souvent en colonnes qui s'étalent vers le haut*. Dans la rencontre, il se produit souvent des décharges électriques, et *les nimbus se forment aussitôt*.

» Des mouvements plus ou moins violents se manifestent alors dans l'intérieur de la première couche de nuages; la régularité de sa surface inférieure est détruite; elle s'abaisse alors notablement et les nuages deviennent bientôt des nimbus qui descendent jusqu'au sol, en lançant la foudre, la pluie et le *vent*.

» Plusieurs faits me portent à penser que les masses de nuages sont très-souvent la cause des vents. »

» Ces intéressantes descriptions, jusqu'ici fort obscures, deviennent parfaitement intelligibles si on les rapproche de ma théorie, et si l'on veut bien admettre qu'en parlant de colonnes *ascendantes*, partant des nuages inférieurs, M. Rozet a dû céder à la même illusion qui a fait croire à tant d'observateurs que les trombes s'élèvent du sol jusqu'aux nues. Avec cette rectification, on peut dire que cet habile officier a pris sur le fait, grâce à ses observations si longtemps poursuivies dans les montagnes, le mécanisme de la formation des orages. »

M. Autier adresse une Note relative à un projet d'aérage et d'assainissement des grandes villes.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXX, p. 197; 1850. Je saisis cette occasion d'indiquer les deux *errata* suivants dans mes Notes précédentes sur le même sujet. Page 214, ligne 28, au lieu de *va, au contraire*, lisez *va croissant, au contraire*. Page 386, ligne 10, au lieu de *nimbus*, lisez *cumulus*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 aout 1875.

(suite.)

Carlo Gerini. *Delle acque solforose-alcaline-cloro-jodurate-iposolfitiche-magnesiache della sorgente di mont' Alfeo, etc.* Sondrio, Brughera ed Ardizzi, 1875; in-12.

Boletin de la Academia nacional de Ciencias exactas existente en la Universidad de Cordova; entr. IV. Buenos-Aires, imp. de la *Tribuna,* 1875; in-8°.

Ein fund Vorgeschichtlicher steingeäthe bei Basel; von A. Muller. Basel, typog. Bonfantini, 1875; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 aout 1875.

Notice sur les paratonnerres; par le Dr A. de Beaufort. Châteauroux, typ. E. Migné, 1875; br. in-8°.

Association viticole de l'arrondissement de Libourne pour l'étude du Phylloxera et des moyens de le combattre. Bulletin des travaux; 1er fascicule. Libourne, imp. Dessiaux et Contant, 1875; in-8°.

Conseil général de Saône-et-Loire. Phylloxera. Application du sulfocarbonate de potassium au traitement des vignes de Mancey (Saône-et-Loire). Rapport lu au Conseil général dans la séance du 18 août 1875; par M. A. Mathey. Mâcon, imp. E. Protat, 1875; in-8°.

(Ces deux derniers ouvrages sont renvoyés à la Commission du Phylloxera.)

Urgence de la régénération de la vigne. Exposé adressé à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce et à MM. les Membres de l'Académie; par J. Julien. Marseille, typ. Marius Olive, 1875; in-4°.

The quarterly Review; n° 277, july 1875. London, John Murray, 1875; in-8°.

Relazione di un viaggio per l'Egitto, la Palestina e le coste della Turchia asiatica, per ricerche zoologiche del prof. Ach. Costa. Napoli, tip. editrice gia del Fibreno, 1875; in-4°. (Présenté par M. Blanchard.)

Anuario del Museo zoologico della R. Universita di Napoli; per Ach. Costa; 1862, 1863, 1864, 1865, 1866. Napoli, stamp. di Ant. Cons, 1864, à 1871; 5 vol. grand in-8°.

Sulle variazioni periodiche e non periodiche della temperatura nel clima di Milano. Memoria di G. Celoria. Milano-Napoli, Ulrico Hœpli, 1874; in-4°.

Osservazioni astronomiche diverse fatte nella specola di Milano, da G. Tempel (1871-1874). Milano-Napoli, Ulrico Hœpli, 1874; in-4°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil Engineers vith other selected and abstracted papers; vol. XL, session 1874-1875, part II. London, 1875; in-8°, relié.

Report of the forty-fourth meeting of the british Association for the advancement of Science; held at Belfast in august 1874. London, John Murray, 1875; in-8°, relié.

Vivimos en la epoca cretacea; por Jose-J. Landerer. Madrid, Bailly-Baillière; Barcelona, Verdaguer, 1875; br. in-12.

Introduccion al estudio sobre el origen del granito y de la Caliza; por Jose-J. Landerer. Madrid, Bailly-Baillière; Barcelona, Verdaguer, sans date; br. in-12.

Anuario de la Oficina central meteorologica de Santiago de Chile; años tercero y cuarto, correspondientes a 1871 i 1872. Santiago, Imprenta nacional, 1873; in-8°.

Memoria que el Ministro de Estado en el departemento de Guerra presenta al Congreso nacional de 1874. Santiago de Chile, imp. de la *Libreria del Mercurio*, 1874; in-8°.

Proyecto de codigo de mineria. Santiago de Chile, imp. de la *Republica*, 1874; br. in-8°.

Memoria de hacienda presentada al Congreso nacional de 1874. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1874; in-8°.

Colonizacion de Llanghuie, Valdivia i Arauco, etc.; por J.-A. Varas. Santiago, imp. de la *Republica*, 1872; in-8°.

Proyecto de lei de organizacion i atribuciones de los tribunales. Santiago, imp. A. Bello, 1874; in-8°.

Memoria que el Ministro de Estado en el departemento de Marina presenta al Congreso nacional de 1874. Valparaiso, imp. de la *Patria*, 1874; in-8°.

Memoria del Interior presentada al Congreso nacional de 1874. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1874 ; in-8°.

Memoria de Justicia, Culto e Instruccion publica, presentada al Congreso nacional de 1874. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1874; in-8°.

Memoria de relaciones esteriores i de colonizacion, presentada al Congreso de 1874. Santiago de Chile, imp. de la *Republica*, 1874; in-8°.

Cuenta jeneral de las entradas y gastos fiscales de la Republica de Chile en 1873. Santiago de Chile, imp. de la *Libreria del Mercurio*, 1874; in-4°.

Anuario estadistico de la Republica de Chile; tomo decimo cuarto. Santiago, Imp. nacional, 1874; in-4°.

Estadistica comercial de la Republica de Chile, correspondiente al año 1873. Valparaiso, imp. del *Mercurio*, 1874; in-4°.

Sesiones de la Camara de Senadores en 1873; num. 1, 2. Santiago, Imp. nacional, 1873; in-4°.

Sesiones de la Camara de Diputados en 1873. Santiago, Imp. nacional, 1873; in-4°.

Cuarto apendice al reino mineral de Chile i de las Republicas vecinas, publicado en la segunda edicion de la Mineralogia de don J. DOMEYKO. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1874; in-8°.

Anales de la Universidad de Chile; 1ª seccion, *Memorias cientificas i literarias*, 1873. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1873; 12 liv. in-8°.

Anales de la Universidad de Chile; 2ª seccion : *Boletin de Instruccion publica*. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1873; 12 liv. in-8°.

Plano topografico y geologico de la Republica de Chile, levantado por orden del gobierno, bajo la direccion de A. PISSIS. Santiago, sans date; carte en 13 feuilles.

ERRATA.

(Séance du 23 août 1875.)

Page 375, ligne 2, *au lieu de* M. RONJON, *lisez* M. ROUJOU.

Dates.	Baromètre à midi réduit à zéro. (1)	Thermomètres du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	Thermomètre électrique à 20 mètres. (7)	Actinomètre. (8)	Thermomètres du sol. Surface. (9)	à 0m,20. (10)	à 1m,00. (11)	Tension de la vapeur. (12)	État hygrométrique. (13)	Udomètre (à 1m,80). (14)	Évaporomètre. (15)	Électricité atmosphérique. (16)	Ozone. (17)
	mm	o	o	o	o	o		o	o	o	o	mm		mm	mm		
1	758,0	8,7	20,8	14,8	15,2	-3,7	15,7	38,4	15,0	19,7	17,9	9,4	74	″	3,7	237	3,0
2	759,5	11,1	23,4	17,3	16,8	-2,1	16,7	45,6	19,0	19,5	17,9	9,3	67	″	3,5	91	7,5
3	755,5	12,4	22,5	17,5	17,4	-1,5	17,5	″	19,1	19,5	17,9	10,3	70	″	3,7	»	3,5
4	752,2	12,3	18,2	15,3	″	″	″	10,7	13,4	18,7	17,9	″	″	2,6	2,7	″	0,0
5	750,6	10,7	16,5	13,6	13,8	-5,1	13,5	7,5	13,6	17,2	17,8	10,7	91	15,0	1,3	59	0,0
6	749,1	12,7	25,0	18,9	18,0	-0,8	17,4	30,4	18,7	17,8	17,6	13,8	91	24,9	1,4	188	0,0
7	755,4	15,5	23,9	19,7	18,2	-0,6	18,2	27,5	17,1	18,7	17,4	13,8	89	0,0	1,1	78	0,0
8	755,9	14,1	28,1	21,1	21,1	2,3	21,1	55,6	21,8	19,6	17,4	13,6	75	″	2,1	36	1,0
9	753,6	16,8	26,1	21,5	20,3	1,5	20,9	51,7	19,8	20,4	17,5	12,9	75	0,4	2,6	29	10,5
10	754,0	13,1	28,8	21,0	21,9	3,1	22,6	50,3	20,9	20,5	17,7	13,0	69	″	3,3	73	7,5
11	755,8	15,5	30,4	23,0	23,5	4,7	23,7	48,5	23,3	21,3	17,9	15,0	72	″	3,5	60	4,5
12	750,7	18,2	31,8	25,0	22,2	3,4	22,6	45,8	22,0	21,9	18,1	14,9	74	″	2,9	79	8,0
13	755,1	15,8	25,9	20,9	19,8	1,1	19,8	52,7	20,0	21,4	18,3	11,9	71	0,0	3,7	230	10,5
14	760,2	15,3	25,2	20,3	19,7	1,0	20,0	23,3	18,9	21,2	18,5	13,5	80	0,1	1,9	88	8,5
15	761,6	15,4	29,2	22,3	22,5	3,8	22,6	54,1	21,7	21,3	18,7	14,3	73	″	2,4	94	5,0
16	758,7	15,1	32,8	24,0	24,1	5,5	25,8	48,5	23,6	22,2	18,8	14,2	66	″	3,9	122	3,0
17	757,7	15,4	35,8	25,6	25,5	6,9	24,8	51,6	24,1	22,9	19,0	13,8	61	″	5,8	208	4,0
18	759,6	15,8	28,2	22,0	21,5	2,9	22,0	47,9	22,5	23,1	19,2	12,5	67	″	4,9	388	0,0
19	758,0	14,6	23,6	19,1	18,1	-0,4	17,4	24,0	19,7	22,3	19,4	13,9	89	21,4	2,3	174	5,0
20	760,3	14,5	19,7	17,1	15,6	-2,9	15,6	13,6	13,7	20,9	19,5	11,5	88	0,3	1,6	11	2,5
21	763,5	10,5	24,0	17,3	17,4	-1,0	18,2	45,3	16,8	19,9	19,4	10,8	75	″	2,9	236	5,0
22	760,0	15,0	24,1	19,6	19,0	0,4	19,0	40,1	18,8	20,2	19,2	10,3	65	″	4,7	265	3,5
23	757,5	11,9	26,5	19,2	18,8	0,6	19,1	41,3	17,2	20,2	19,0	11,4	73	″	2,3	199	3,5
24	753,0	12,3	27,8	20,1	20,5	2,4	20,8	45,3	22,1	20,7	18,9	12,6	72	″	2,4	207	3,5
25	754,7	15,4	27,6	21,5	20,9	2,9	21,6	48,6	21,6	21,4	18,9	12,6	71	″	3,1	207	6,5
26	758,3	14,4	26,7	20,6	20,3	2,4	20,4	51,6	20,5	21,5	19,0	12,7	74	″	2,6	224	5,0
27	759,2	15,5	22,7	19,1	18,7	0,9	19,2	24,5	16,5	21,2	19,1	13,4	84	1,8	1,4	66	1,0
28	754,3	15,3	25,5	20,4	18,9	1,2	18,5	20,0	17,9	20,8	19,1	13,5	88	7,0	1,4	40	7,5
29	754,0	13,5	19,9	16,7	15,4	-2,2	15,2	24,8	15,3	20,2	19,1	10,1	79	0,2	1,7	68	14,0
30	759,9	9,5	22,9	16,2	15,1	-2,4	15,8	37,1	17,2	19,2	19,0	10,4	83	″	1,5	144	8,5
31	759,7	11,4	21,5	16,5	15,7	-1,7	15,5	28,0	13,1	18,9	18,8	10,1	77	″	2,4	82	7,5

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations. — (8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100. — (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations trihoraires.

	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.					
	Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	Direction moyenne (22)	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (26)	REMARQUES.
	° '	° '				km	kg			
1	17.22,3	65.28,8	1,9343	4,6609	N	12,6	1,51	NNE	6	»
2	21,9	28,4	9352	6619	NNE	12,8	1,55	WSW *k*	5	Brumeux et rosée le matin.
3	21,7	»	»	»	N ¼ NE	12,1	1,39	N à W	9	Brumeux le matin.
4	21,9	»	»	»	N	23,0	4,98	NNE	10	Continuellement pluvieux. Tonn. le matin.
5	21,3	26,6	9343	6543	NW	24,9	5,82	NW	10	Continuellement pluvieux.
6	* 20,6	26,5	9353	6565	NW	15,0	2,12	NNW	10	Fortes ondées. Fort orage à $7^h 15^m$ s.
7	21,0	24,7	9338	6476	WSW	4,7	0,21	SE *k*	5	Brumeux le matin, rosée le soir.
8	22,3	24.4	9342	6476	ESE	7,5	0,53	NE à S	6	Brouillard le matin, éclairs le soir.
9	22,4	24,5	9330	6449	SW	10,5	1,04	SSW	5	»
10	22,0	24,6	9331	6454	S	10,9	1,12	SW *k*	4	Rosée matin et soir.
11	* 24,8	24,5	9334	6460	variable.	6,6	0,40	SW *k*	4	Rosée matin et soir.
12	22,4	24,4	9314	6407	variable.	10,3	1,00	SSW *k*	4	Éclairs le soir.
13	22,4	24,6	9318	6424	S à W	17,6	2,92	WSW	8	Gouttes de pluie vers minuit.
14	23,2	24,7	9322	6438	W à S	9,8	0,91	SW	7	Pluvieux le jour, découvert le soir.
15	22,7	24,7	9337	6473	SSE	5,9	0,33	S	1	Brumeux le matin, abondante rosée le soir.
16	22,9	24,4	9333	6454	S ¼ SE	7,9	0,58	NW à NE	2	Forte rosée le matin.
17	22,3	23,5	9328	6416	SSW, NW	13,3	1,66	SSW	0	Rosée matin et soir.
18	22,3	23,4	9326	6409	NW à NE	10,0	0,94	SSW *k*	6	»
19	22,2	24,1	9330	6439	NE	14,6	2,01	SW	10	Orages successifs et ondées. Forts de 2 à 4^h m. et de 9^h30 [à 10^h30 s.
20	21,3	22,7	9329	6395	N ¼ NW	12,4	1,44	NNW	7	Pluvieux le matin, rosée le soir.
21	23,1	24,0	9353	6489	ENE	10,3	1,00	W *k*	7	Halo solaire et faible rosée le soir.
22	22,0	24,7	9349	6503	NNE	10,7	1,09	NE *k*	5	Faible rosée le soir.
23	20,5	24,9	9349	6508	variable.	5,9	0,33	SW *k*	3	Brume et forte rosée le matin.
24	21,7	25,3	9344	6508	SSE	6,9	0,45	SSW	7	Rosée le matin.
25	21,0	25,8	9346	6527	WSW	9,8	0,90	SW	2	Traces de rosée matin et soir.
26	»	26,1	9343	6530	SW	9,7	0,88	SSW	1	Faible rosée le soir.
27	»	25,1	9338	6487	variable.	5,5	0,29	variable.	8	Faiblement orageux et pluvieux.
28	* 21,1	24,5	9344	6483	variable.	9,4	0,83	SW à NW	9	Orage après-midi et pluies assez fortes le [soir.
29	21,2	24,1	9333	6444	WNW	15,7	2,33	WNW	7	Pluie fine le matin, rosée le soir.
30	22,4	24,9	9354	6519	WNW	7,1	0,47	WSW	6	Brumeux le matin. Beau le soir, et rosée.
31	21,7	25,1	9349	6513	W ¼ NW	15,6	2,29	W	7	Beau le soir, et rosée.

(18 à 21) * Perturbations.

(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la conférence internationale de Vienne.

(23) Vitesses maxima : le 4, 44^{km},1 ; le 5, 37^{km},5; le 12, 35^{km},7; le 13, 18^{km},5; le 19, 22^{km},5.

(25) La lettre *k* désigne les cirrhus dont la direction, quand ils sont visibles, est donnée de préférence à celle des autres nuages.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Août 1875).

	6^h M.	9^h M.	Midi.	3^h S.	6^h S.	9^h S.	Minuit.	Moyennes
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .... 17° +	17,7	20,6	27,8	26,7	22,4	20,6	20,1	17.22,0
Inclinaison » .... 65° +	25,0	24,5	24,7	25,0	25,1	25,0	25,0	65.25,0
Force magnétique totale.............. 4,+	6431	6420	6503	6528	6531	6494	6465	4,6483
Composante horizontale.............. 1,+	9316	9318	9349	9356	9356	9342	9331	1,9338
Électricité de tension (1).....................	64	60	162	140	233	137	90	137
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°.....................	756,51	756,85	756,63	756,26	756,13	756,64	756,60	756,47
Pression de l'air sec.....................	744,67	744,03	743,73	743,65	743,63	744,12	744,46	744,12
Tension de la vapeur en millimètres...........	11,84	12,82	12,90	12,61	12,50	12,52	12,14	12,35
État hygrométrique.....................	90,5	74,4	61,5	58,9	65,7	78,5	86,4	76,0
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre du jardin.....................	15,32	19,87	23,21	23,65	21,63	18,61	16,55	19,18
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	15,98	19,50	22,22	23,28	22,09	19,27	17,18	19,37
Degré actinométrique.....................	10,56	50,47	60,55	54,92	12,57	»	»	37,81
Thermomètre du sol. Surface..................	14,68	24,61	28,23	26,34	21,82	15,47	13,89	19,66
» à c^m,02 de profondeur...	18,08	18,99	20,87	21,93	21,33	20,27	19,29	19,89
» à 0^m,10 » ...	17,95	19,13	20,33	20,54	20,89	20,66	20,07	19,81
» à 0^m,20 » ..	20,31	20,08	20,05	20,32	20,66	20,88	20,78	20,45
» à 0^m,30 » ...	19,98	19,86	19,75	19,80	19,96	20,15	20,18	19,97
» à 1^m,00 » ..	18,48	18,50	18,52	18,53	18,52	18,52	18,52	18,51
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre à 1^m,80.....................	16,0	6,8	0,8	0,7	18,4	14,3	16,7	t. 73,7
Pluie moyenne par heure.....................	2,67	2,27	0,27	0,23	6,13	4,77	5,57	»
Évaporation moyenne par heure (2)..........	0,03	0,06	0,16	0,24	0,21	0,11	0,06	t. 84,7
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure.....	9,28	9,93	12,86	13,88	13,68	11,34	10,59	11,35
Pression moy. du vent en kilog. par heure......	0,81	0,93	1,56	1,82	1,76	1,21	1,06	1,22

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2^m.	Température. à 20^m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2^m.	Température. à 20^m.
	° ′	mm	o	o		° ′	mm	o	o
1^h matin....	17.20,1	756,39	15,87	16,55	1^h soir......	17.28,6	756,51	23,65	22,75
2 »	20,2	56,18	15,18	15,93	2 »	28,0	56,35	23,78	23,11
3 »	20,1	56,11	14,58	15,42	3 »	26,7	56,25	23,65	23,28
4 »	19,2	56,10	14,35	15,17	4 »	25,0	56,10	23,20	23,19
5 »	18,3	56,24	14,53	15,34	5 »	23,5	56,08	22,45	22,80
6 »	17,6	56,51	15,32	15,98	6 »	22,4	56,13	21,64	22,10
7 »	17,5	56,72	16,61	17,00	7 »	21,7	56,26	20,59	21,18
8 »	18,7	56,85	18,18	18,25	8 »	21,2	56,48	19,53	20,19
9 » ...	20,6	56,88	19,87	19,50	9 »	20,6	56,65	18,61	19,28
10 »	23,4	56,85	21,25	20,63	10 »	20,2	56,75	17,84	18,49
11 »	26,0	56,75	22,45	21,53	11 »	20,0	56,70	17,19	17,81
Midi.........	27,8	56,63	23,21	22,22	Minuit.......	20,1	56,60	16,55	17,18

Thermomètres de l'abri (Moyennes du mois.)

Des minima............ 13°,8 Des maxima........ 25°,3 Moyenne............ 19°,6

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima........... 11°,8 Des maxima........ 37°,3 Moyenne.............. 24°,6

Températures moyennes diurnes par pentades.

1875.	Juillet 30 à Août 3... 17°,6	Août 9 à 13... 22°,0	Août 19 à 23... 17°,8
	Août 4 à » 8... 17,8	» 14 à 18... 22,7	» 24 à 28... 19,9

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28700.

(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.